



# Análisis de las estructuras textuales de los textos escolares de química en relación a su función docente

## Analysis of the textual structure of chemistry textbooks regarding their teaching role

Ainoa Marzábal Blancafort  
*Pontificia Universidad Católica de Chile.*  
[amarzabal@uc.cl](mailto:amarzabal@uc.cl)

Mercè Izquierdo Aymerich  
*Universitat Autònoma de Barcelona.*  
[merce.izquierdo@uab.cat](mailto:merce.izquierdo@uab.cat)

**RESUMEN** • En este trabajo de investigación analizamos una muestra de tres libros de texto considerando que contienen un discurso expositivo de Química con una intencionalidad didáctica que deseamos caracterizar. El objetivo es identificar el contenido conceptual y representar la red informativa que se va construyendo a lo largo del texto, explorando las posibilidades de comprensión que ofrece al lector la estructura expositiva de estos tres textos.

Hemos aplicado un modelo de comprensión lectora para explorar la base textual del libro de Química, profundizando en el análisis de las relaciones teóricas que se establecen entre los conceptos presentes, lo que nos ha permitido evidenciar la construcción excesivamente teórica de la Química en los textos escolares, que queda desvinculada de los fenómenos del mundo real y pierde así su poder explicativo y predictivo, y los diversos estilos didácticos que pretenden facilitar al alumno lector la comprensión de la información que contienen.

**PALABRAS CLAVE:** libro de texto; Química; análisis del discurso; comprensibilidad.

**ABSTRACT** • In this research we analyze a sample of three textbooks containing a chemical discourse with a didactic intent that we want to characterize. The aim is to identify the conceptual content and to represent the information network to be built along the text, exploring the possibilities of comprehension that offers to readers this textual structure.

We have applied a model of reading comprehension to explore the textual basis of the Chemistry book, deepening in the analysis of the theoretical relationships that exist between these concepts, which has allowed us to demonstrate the construction overly theoretical of Chemistry in school textbooks, which is then detached from the real world phenomena and loses its explanatory and predictive power and the various teaching styles that are intended to facilitate the reader student the understanding of the information they contain.

**KEYWORDS:** textbook; Chemistry; discourse analysis; comprehensibility.

Recepción: octubre 2015 • Aceptación: octubre 2016 • Publicación: marzo 2017

Marzábal Blancafort, A., Izquierdo Aymerich, M., (2017) Análisis de las estructuras textuales de los textos escolares de química en relación a su función docente. *Enseñanza de las Ciencias*, 35.1, pp. 111-132

## INTRODUCCIÓN

En el ámbito educativo el libro de texto es «a todas luces una de las principales vías de transmisión de la ciencia escolar» (Jiménez y Perales, 2001: 3) ya que se trata del medio más ampliamente usado y aceptado para ello por los miembros de la comunidad educativa, siendo en muchos casos el único (Parcerisa, 1999).

Si bien el análisis de contenidos ha dominado la investigación sobre el texto escolar, la investigación reciente en los campos de la filosofía, la educación y la lingüística ha contribuido a ampliar esta visión y ha puesto de manifiesto la importancia del uso de diversos elementos, no solamente textuales, en el estudio del libro de texto como objeto cultural.

Centrarnos en el libro de texto nos permite estudiar su propuesta como materialización de un discurso didáctico, dado que el texto pretende promover la mejor manera de regular la práctica escolar (Moray, 2010), proponiendo una secuencia que incluye un conjunto de contenidos que, en principio, se estructuran con la intención de que sean comprendidos y aprendidos, es decir, con una intencionalidad didáctica.

Este es un aspecto que, en general, no se ha abordado de forma exhaustiva en las investigaciones que hemos revisado en el contexto de la Didáctica de las Ciencias y constituirá, entonces, el objetivo general de nuestra investigación: caracterizar los «estilos didácticos» de los libros de texto de Química en relación con la estructura del texto.

Cuando nos referimos a estilo didáctico, nos referimos a la forma en la cual este recurso (el libro) aborda el proceso de enseñanza y aprendizaje y cómo relaciona los métodos y procedimientos pedagógicos y científicos con el sujeto que aprende (Celis, 1997). Según Campanario y Otero (2000) un indicador de las posibilidades de comprensión y por tanto de aprendizaje (véase también Chambliss, 2002) es la organización de contenidos y los tipos de relaciones que se establecen entre ellos, ya que incide en cómo el lector procesa la información. En este artículo nos limitamos a estudiar de manera objetiva las diferentes maneras de estructurar por escrito, en tres libros diferentes, unos mismos contenidos de manera que sean comprensibles para el alumno que lo lee. Es decir, la condición que los hace «didácticos» es que el texto sea comprensible y lo será si cumple determinadas condiciones; como veremos, aparecen diferencias que nos permiten hablar de diferentes estilos didácticos en los tres libros. Por ello exploramos la estructura expositiva del texto e intentamos caracterizarla como «estilo didáctico».

## MARCO DE REFERENCIA

El discurso químico contenido en el libro de texto se construye a partir de diversos discursos que forman parte del contexto de producción del texto escolar (Van Dijk, 1997): los autores organizan las ideas de una determinada manera con el propósito de proporcionar información nueva y facilitar su asimilación para progresar en la construcción del conocimiento (Prat, 2000).

En nuestro análisis utilizamos el modelo de comprensión lectora de construcción-integración de Van Dijk y Kintsch (1983), que centra su atención en la integración textual en la memoria de trabajo del lector y en los mecanismos que determinan el almacenamiento de la información en la memoria a largo plazo.

Según el modelo de Van Dijk y Kintsch (1983) el lector captura el significado del texto en la base textual a partir de tres niveles de comprensión progresivamente más complejos. Estos niveles son: la microestructura (nivel semántico, el significado de los conceptos), la macroestructura (nivel global, las relaciones entre las principales ideas de los capítulos) y la superestructura (estructura formal del texto, la historia que explica); y a partir de ellos intentaremos caracterizar la estructura expositiva del discurso contenido en el libro de texto y discutir sobre su comprensibilidad.

### Microestructura: nivel semántico

El modelo de comprensión lectora de Kintsch y Van Dijk se inicia en el nivel semántico asumiendo que el lector construye una representación proposicional del contenido textual. En este nivel, el lector construye proposiciones –unidades de significado– que constan de un predicado y dos o más argumentos (Campanario y Otero, 2000) que constituyen núcleos conceptuales.

Estos núcleos conceptuales pueden ser de diversos tipos según sea su naturaleza (Jorba *et al.*, 2000):

- núcleos descriptivos, que consisten en la enumeración de cualidades, propiedades o características de las entidades, hechos o fenómenos, sin establecer relaciones causales explícitas;
- núcleos jerárquicos, que muestran relaciones entre entidades y sus partes constituyentes;
- núcleos explicativos, en los que se establecen relaciones entre ideas en el marco de las cuales los hechos o cuestiones explicados adquieren sentido y conducen a comprender o a modificar un estado de conocimiento, en la medida en que permiten caracterizar hechos a partir de determinadas reglas.

Las investigaciones de Dee Lukas y Larkin (1990) han evidenciado que los textos que contienen núcleos conceptuales favorecen la activación de esquemas de conocimiento, por encima de otras organizaciones que resaltan las reglas formales o los hechos, ya que permiten activar conocimientos previos necesarios para que el lector pueda interpretar el texto y situarlo en un contexto en que tenga sentido (Campanario y Otero, 2000). Sin embargo, los diferentes tipos de núcleos conceptuales interaccionan de manera diferente con el lector: *los núcleos conceptuales explicativos* incluyen una organización de alto nivel, teórica (Mayer, 1985), en la que el lector puede aplicar estrategias de elaboración que facilitarían la comprensión (Monereo, 1990); en cambio, *los núcleos conceptuales descriptivos y jerárquicos* serían más apropiados para la memorización mecánica que para la comprensión (Jorba *et al.*, 2000; Izquierdo y Aliberas, 2004).

### Macroestructura: nivel global

La macroestructura se refiere a la organización de las ideas en el texto a nivel global. Se construye a partir de la microestructura mediante la aplicación de operadores como la omisión, generalización y construcción. Comprender implica «realizar operaciones que permiten reducir información y construir el significado global del texto» (Prat, 2000: 54), con lo cual el texto adquiere coherencia y cohesión, que dependen de la cantidad y complejidad de las relaciones que logramos establecer (Ausubel, Novak y Hanesian, 1983). Así, la riqueza de los significados que construimos depende de la coherencia y cohesión de los elementos del texto.

Diversos autores coinciden en que se le debe proporcionar al estudiante una red informativa que le posibilite establecer las oportunas relaciones entre conceptos, mediante un discurso con cohesión que permita la elaboración de una representación mental altamente integrada e interconectada en la memoria, y por tanto una recuperación más eficiente (Sanjosé *et al.*, 1993). Cuanto mayor sea la organización del texto, más fácilmente se llevarán a cabo estos procesos de comprensión lectora y menores serán las inferencias que los lectores deben llevar a cabo (Solaz Portolés y Moreno Cabo, 2009).

### Superestructura: estructura formal del texto

La estructura formal del texto puede ser reconocida por el lector por el tipo de conexiones entre las ideas (Prat y Izquierdo, 2000) identificando la pauta de razonamiento –nivel de la estructura– con la que se alterna la información nueva con la conocida (Adam, 1992) y facilitando o dificultando así la

comprensión del texto. Los lectores pueden identificar la estructura de alto nivel de un texto y utilizarla como guía para localizar la información relevante del texto y recordarla (Brincones y Otero, 1994).

Consideramos, de acuerdo con diversos autores, que la superestructura característica de los textos escolares es la expositiva (Maturano *et al.*, 2002). Mayer considera que en cuanto a las formas básicas de organizar un texto expositivo, la descripción, colección y clasificación son estructuras de bajo nivel, mientras que el establecimiento de relaciones causales o de pregunta-respuesta serían estructuras de alto nivel.

En el caso de los textos escolares de ciencias, las relaciones que se establecen entre los conceptos científicos tienen una naturaleza dual (Flores y Gallegos, 1993), ya que están compuestos por dos tipos de términos: fenomenológicos y teóricos. Los términos fenomenológicos son descriptores de la experiencia, y se centran en la descripción de un fenómeno o suceso. Los términos teóricos son referentes estructurales de la teoría contruidos para dar coherencia a las explicaciones y tienen sentido en función de las relaciones formales de la estructura de la teoría científica. Por ello, para la construcción de conceptos científicos es necesario que se puedan establecer relaciones lógicas y/o formales entre las construcciones teóricas y los términos fenomenológicos, ya que las relaciones entre la teoría y el fenómeno permiten que los conceptos puedan cumplir su función de «explicar» (Stegmüller, 1979).

Si estas relaciones no se establecen se construye un modelo parcial que puede ser o teórico o fenomenológico. El *modelo parcial teórico* es una construcción a partir de las entidades abstractas que forman parte del discurso científico, y están desligadas de los fenómenos a los cuales se puede aplicar. Así, el discurso se convierte en una construcción formal que no tiene relación con la realidad, y que por tanto no permite actuar sobre los fenómenos reales (Izquierdo, 2004).

El *modelo parcial fenomenológico* describe las relaciones entre variables y las secuencias observables de fenómenos, conectados mediante relaciones funcionales (Flores y Gallegos, 1993), pero al estar sujetos a fenómenos concretos, se convierten en conocimiento no transferible que, al no poder ser aplicado a otros fenómenos o contextos, pierde su poder explicativo y predictivo. Estas relaciones pueden tener naturaleza cualitativa o cuantitativa, si se establece un modelo matemático de relación de variables, un proceso en general poco intuitivo (Pozo, 1996).

Finalmente, el establecimiento de relaciones entre los fenómenos y la teoría que permite explicarlos da lugar a un *modelo posible*, con capacidad para dar explicación a los fenómenos, especialmente si las relaciones que se establecen son relaciones causales y se refieren a fenómenos del mundo real (Sanjosé *et al.*, 1993).

## METODOLOGÍA

El propósito de caracterizar el estilo didáctico de los textos escolares de Química nos sitúa en un paradigma cualitativo de investigación. Estudiamos casos particulares con diversos focos y argumentos (Coller, 2000) y, por ello, desde un punto de vista metodológico nuestra investigación puede ser considerada un estudio de caso. Es una metodología que pretende desarrollar un cuerpo de conocimiento que describa los casos individuales para poder llegar a abstracciones concretas y particulares, referidas a la muestra analizada, de las cuales se puedan identificar patrones que nos permitan extraer lo que es generalizable a otras situaciones (Merriam, 1998).

Dado que la parte textual de los libros de texto aporta los datos de esta investigación, consideramos que el primer nivel de análisis es una representación de su contenido mediante un tipo particular de mapas conceptuales, los mapas de Thagard (1992).

Estos mapas conceptuales se analizan a su vez en dos etapas: en primer lugar se analizan los tres niveles de comprensión de cada uno de los textos, de acuerdo con el modelo de comprensión lectora de

Kintsch y Van Dijk (1983), y a continuación se comparan los textos escolares de Química analizados. En la figura 1 representamos las tres etapas de nuestro análisis.

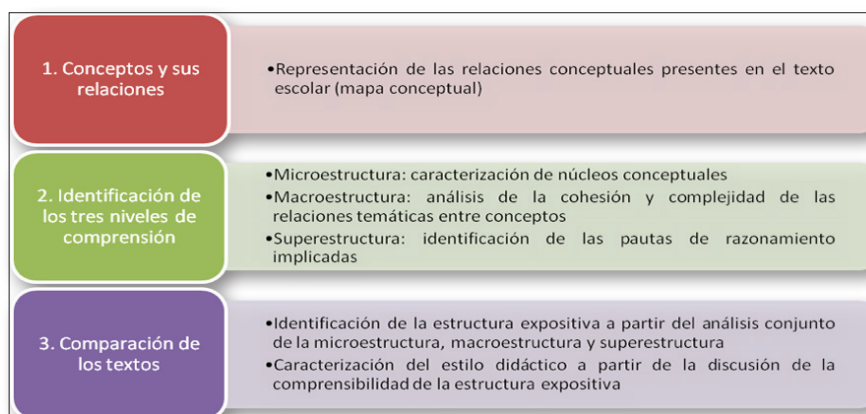


Fig. 1. Diseño metodológico de la investigación.

## Selección de la muestra

La oferta editorial de libros de texto de Química es numerosa y por tanto es necesario acotar el objeto de estudio para que sea viable, priorizando la profundidad del análisis.

El criterio de selección de la muestra ha sido escoger entre la oferta editorial aquellos textos que son más utilizados en Catalunya, en el último curso en que el estudio de la Química es obligatorio (3.º ESO), reflejando el nivel que curricularmente se considera obligatorio para toda la población escolar. A partir de los datos económicos facilitados, los 3 libros de texto más vendidos representan aproximadamente el 85% de la cobertura de textos escolares, y constituirán entonces la muestra de nuestro estudio: una muestra no probabilística, y representativa en cuanto al uso de este recurso en la mayoría de las clases de Química de 3.º de ESO en nuestra región (Henderson, 2009). Por razones éticas llamaremos a estos libros de texto A, B y C.

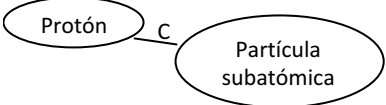
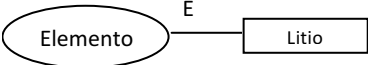
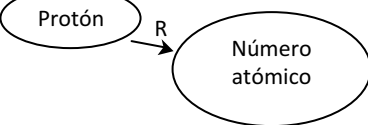
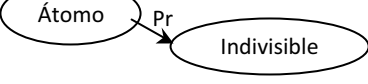
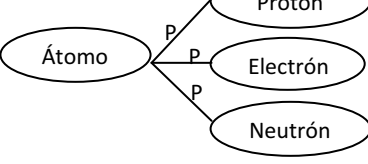
## Primer nivel de análisis: mapas de Thagard

Hemos utilizado los mapas conceptuales según Thagard (1992) como instrumento para el primer análisis de nuestros datos. El mapa conceptual puede ser considerado como una representación visual de la jerarquía y las relaciones entre conceptos y puede servir como traductor del texto lineal a una estructura que enfatiza, siguiendo la teoría de Novak, el papel central de los conceptos en el proceso de aprendizaje (González, Ibáñez, Casali, López y Novak, 2000).

Según Thagard, los «sistemas de conceptos» representan una teoría; para nosotros, el mapa que elaboramos a partir del texto representa el contenido teórico de este. Thagard (1992) propone una representación de sistemas conceptuales identificando los conceptos (que se representan como nombres en el interior de una elipse) por sus propiedades de relación. Estas relaciones corresponden a cinco categorías posibles.

En la tabla 1 presentamos las cinco relaciones, su descripción y un ejemplo junto a su representación, para mostrar también su aplicación en la construcción de los mapas conceptuales.

Tabla 1.  
Descripción y representación de las relaciones en los mapas de Thagard

Nombre	Tipo de relación	Ejemplo	Representación
Clase	Permiten jerarquías, indican que un concepto es un «tipo de...»	El <i>protón</i> es un tipo de <i>partícula subatómica</i>	
Ejemplo	Indican que un objeto particular es un ejemplo de un concepto	El litio es un ejemplo de un elemento	
Regla	Expresan las relaciones generales, pero no universales, entre conceptos	El número atómico es el número de protones que tiene un átomo	
Propiedad	Indican que un objeto tiene una determinada propiedad	El átomo es indivisible	
Parte	Indican que alguna cosa está formada por partes, permiten jerarquías	El átomo está compuesto por electrones, protones y neutrones	

Debemos hacer una aclaración en referencia a las relaciones de regla. Observamos en los libros que se toma como «datos» a entidades que no son experimentales para el lector, aunque lo son estrictamente hablando. Por ello, estas relaciones, a pesar de ser las que mejor representan la posibilidad de comprensión al leer el texto, puede ser que no aseguren la capacidad de identificar el aspecto experimental de la relación. En el ejemplo que hemos propuesto, el número atómico remite a la tabla periódica que ha podido relacionarse con los protones del núcleo, los cuales pueden ser relacionados con muchas otras entidades y en muy diversas maneras.

## Segundo nivel de análisis: identificación de niveles de comprensión lectora

Hemos construido un mapa de Thagard para representar el sistema conceptual que le corresponde a cada uno de los capítulos de los tres libros de texto.

La construcción de la estructura expositiva involucra el libro de texto completo; por tanto es necesario elaborar un recorrido que permita al alumno integrar la información propia de cada capítulo para elaborar una visión global del libro de texto.

1. Para el estudio de la microestructura se identifican los núcleos conceptuales. Estos núcleos conceptuales están formados por «un cierto número de conceptos interrelacionados que están subordinados a un concepto principal», al que se le da un nombre que representa al conjunto (Lawson, 1994: 168).

A continuación presentamos un ejemplo de «núcleos conceptuales» en uno de los capítulos:

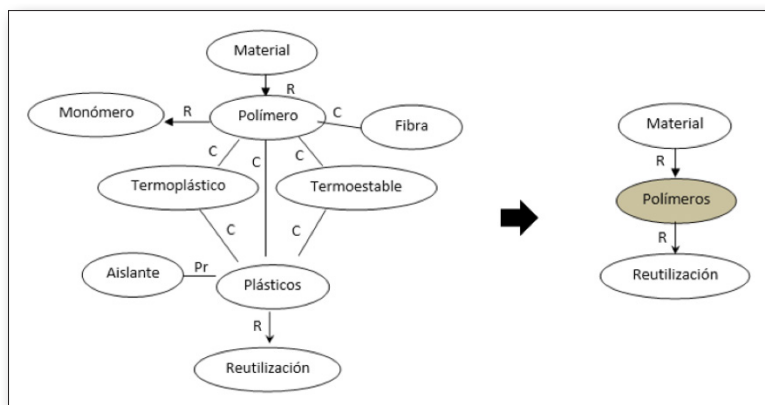


Fig. 2. Ejemplo de estrategia de simplificación del sistema conceptual (microestructura)

Como hemos indicado ya, los núcleos conceptuales pueden ser descriptivos, jerárquicos o explicativos (Jorba *et al.*, 2000). Los mapas de Thagard nos permiten caracterizarlos de la manera siguiente:

- Núcleo descriptivo: el mapa está constituido mayoritariamente por relaciones de propiedad y ejemplo.
  - Núcleo jerárquico: el mapa está constituido mayoritariamente por relaciones de parte y de clase.
  - Núcleo explicativo: el mapa está constituido mayoritariamente por relaciones de regla.
2. Para el estudio de la macroestructura se identifican los conceptos que actúan como nexo de unión entre los diversos núcleos de los diferentes capítulos, y que son aquellos que, al contener conceptos que aparecen en más de un capítulo, permiten establecer una conexión entre ellos, dando lugar al sistema conceptual global del texto.

Mostramos el proceso que permite caracterizar la macroestructura, mediante la identificación de nexos de unión.

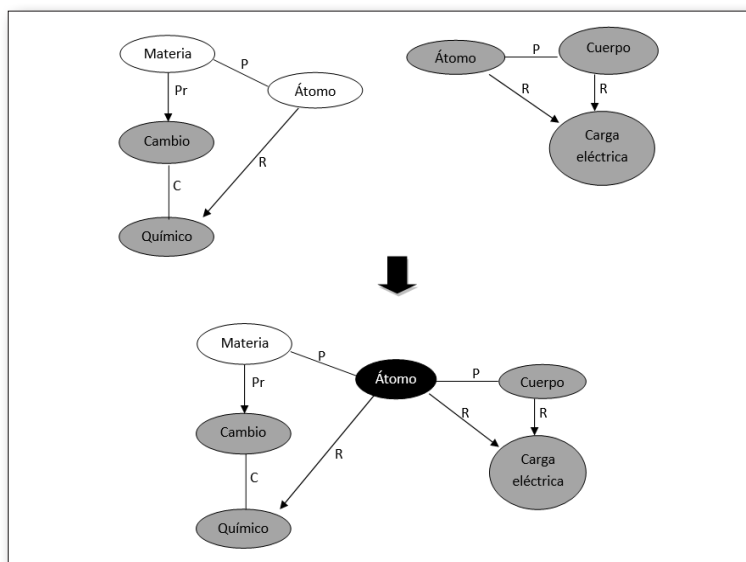


Fig. 3. Ejemplo de estrategia de construcción del sistema global (macroestructura)



El sistema conceptual global nos ha permitido caracterizar la conectividad en términos de la cohesión y complejidad de las relaciones que se establecen en el interior del sistema conceptual. La cohesión se analiza en términos de las interconexiones entre capítulos, y permite detectar las partes del sistema conceptual que puedan quedar desconectadas; la complejidad hace referencia a la proporción entre nodos y relaciones en el sistema conceptual.

3. El estudio de la superestructura se centra en el tipo de razonamientos que permiten establecer las relaciones entre conceptos que, de acuerdo con la propuesta de Thagard, serían: clase, ejemplo, regla, propiedad y parte.

Las relaciones de propiedad y ejemplo constituyen una caracterización descriptiva del concepto central, del que se enumeran cualidades y se proponen ejemplos para favorecer la contextualización del concepto. Las relaciones de clase y de parte indican una relación jerárquica de los conceptos. Las relaciones de regla indican relaciones ontológicas que contribuyen a la construcción del modelo científico (Izquierdo, 2005), siempre y cuando se pueda identificar el carácter experimental de las entidades.

En efecto, las relaciones de regla, mayoritarias en los sistemas conceptuales globales identificados, incluyen un conjunto de relaciones de naturaleza muy diversa, que «indican cómo funcionan los conceptos en la deducción, la explicación o la resolución de problemas, tienen significado según un modelo o teoría y son explicativas siempre y cuando se reconozca su fundamento teórico y experimental» (Izquierdo, 2005: 192).

Vamos a explorar más a fondo las relaciones de regla presentes en los sistemas conceptuales puesto que hemos visto que son las que permiten discriminar/caracterizar los textos, mientras que las otras relaciones se encuentran en todos ellos. Lo hacemos mediante una estrategia de categorías emergentes por comparación constante (que es propia de la teoría fundamentada, GT, Glasser y Strauss, 1967) que nos permiten identificar los diversos tipos de relaciones de regla que caracterizan a las superestructuras.

## ANÁLISIS DE DATOS

El estudio de las estructuras expositivas de los tres libros de texto de Química que conforman la muestra requiere identificar la microestructura de los capítulos del texto, su macroestructura y su superestructura. Con ello podremos proponer diferentes estilos didácticos, al relacionar el análisis con lo que hace que un texto sea comprensible.

En primer lugar identificamos los diferentes tipos de regla que permitirán explorar las superestructuras de los textos, puesto que son diferentes maneras de relacionar los fenómenos y los conceptos teóricos que establecen los diferentes tipos de razonamiento que caracterizan diferentes superestructuras de los textos explicativos.

El análisis de los sistemas conceptuales, a través de la estrategia de análisis de categorías emergentes sustentada en la GT referida en el apartado anterior, ha dado lugar a la taxonomía de tipos de relaciones de regla que describimos en la tabla 2.



Tabla 2.  
Tipos de relaciones de regla que emergen del proceso de análisis

<i>Tipo de relación</i>	<i>Descripción</i>	<i>Ejemplo</i>
Correspondencia cuantitativa CSP-Cuanti	Regla en la cual dos o más variables se relacionan mediante un modelo matemático que tiene como finalidad el análisis cuantitativo de una situación, posibilitando el estudio de la evolución de las variables y su interdependencia, la predicción de las variables en un sistema o el cálculo de su valor	<i>Definiremos la intensidad de corriente como el número de cargas eléctricas que atraviesan la sección recta del conductor por unidad de tiempo</i>
Correspondencia cualitativa CSP-Cuali	Regla que conecta dos sucesos o fenómenos, evidenciando el tipo de dependencia que hay entre ellos en términos de sus propiedades o cualidades, pero sin justificar la existencia de esta conexión	<i>En una reacción química siempre hay un intercambio energético</i>
Condición	Regla que establece condiciones o características de una entidad que queda, de esta forma, descrita o definida	<i>La solubilidad de una sustancia pura en un disolvente es una propiedad característica y depende de la temperatura</i>
Causal CAU	Regla que relaciona dos sucesos o fenómenos como causa y consecuencia, sin justificar necesariamente esta relación	<i>En ciertas circunstancias los cuerpos pueden perder o ganar carga eléctrica. Desde el punto de vista microscópico esto se debe al movimiento de los electrones entre diversos cuerpos</i>

Nos parece interesante constatar que las categorías de relaciones de regla que hemos identificado en el análisis se ajustan a la propuesta de Flores y Gallegos (1993) que hace referencia a la naturaleza teórica o fenomenológica de las relaciones entre conceptos. Las relaciones de condición corresponderían a la construcción de fenómenos teóricos, mientras que las relaciones de correspondencia (ya sea cualitativa o cuantitativa) se refieren a los términos fenomenológicos ya que describen las relaciones entre las variables o las secuencias observables de los fenómenos.

## DISCUSIÓN DE LOS DATOS

A continuación presentamos de forma esquemática los resultados obtenidos al aplicar la estrategia de análisis a todos los capítulos de los tres libros de texto que conforman la muestra de este estudio. Así, consideramos que el cuadro permite representar la estructura expositiva de cada uno de los libros de texto analizados en términos de la microestructura (que nos permite identificar los núcleos conceptuales a los que se refiere el texto), la macroestructura (que identifica los conectores que dan cohesión y complejidad al texto) y la superestructura (caracterizada por las relaciones de regla que determinan diferentes retóricas en el texto). Todo ello nos permitirá discutir la comprensibilidad de estos tres textos.

Tabla 3.  
Síntesis de resultados del análisis (Libro A)

LIBRO A							
Capítulos			Materiales	Cambio químico	Electricidad	Sustancias puras	Modelo atómico
Microestructura	Núcleos conceptuales	Descriptivo	X	X	X	X	X
		Jerárquico		X	X		
		Explicativo		X	X		
	Conectores	Descript. (Pr,E)		X			
		Jerárquico (C,P)		X		X	
		Explicativo (R)	X	X	X	X	X
Macroest.	Cohesión		Cohesión adecuada, excepto los contenidos referentes a los materiales, que no están conectados con el sistema conceptual				
	Complejidad		Número similar de nodos y relaciones en el sistema conceptual				
Superestructura	Relaciones de regla	CSP-Cuanti			X		
		CSP-Cuali		X			
		CND	X	X	X	X	X
		CAU	X				

El libro de texto A se caracteriza por organizar toda la información en un número relativamente bajo de capítulos, que son por lo tanto bastante extensos. Todos los capítulos presentan una microestructura con núcleos conceptuales descriptivos. En el caso de los capítulos de «Materiales», «Sustancias puras» y «Modelo atómico» son el único tipo de núcleos que aparecen, mientras que en «Cambio químico» y «Electricidad» aparecen también núcleos explicativos y jerárquicos. Se trata entonces de microestructuras en las que predomina la caracterización descriptiva de los núcleos conceptuales. En cuanto a los conectores, todos tienen relaciones explicativas de regla, y el capítulo de «Sustancias puras» y «Cambio químico» presentan además otros tipos de conectores.

La macroestructura presenta una cohesión adecuada excepto los contenidos referentes a los materiales, que están conectados implícitamente, y complejidad intermedia, ya que tiene un número similar de nodos y relaciones.

Las superestructuras difieren entre los capítulos: «Sustancias puras» y «Modelo atómico» presentan solamente relaciones de condición, y «Cambio químico» y «Electricidad» presentan relaciones de dos tipos: condición y correspondencia. El capítulo de materiales presenta relaciones de condición y causales.

Tabla 4.  
Síntesis de resultados del análisis (Libro B)

LIBRO B										
Capítulos			Ciencia y medida	Estados físicos	S. puras y mezclas	Cambio químico	Química en acción	Electricidad	Modelo atómico	Elementos y compuestos
Microestructura	Núcleos conceptuales	Descriptivo	X	X	X			X	X	X
		Jerárquico							X	
		Explicativo		X			X			
	Conectores	Descript. (Pr,E)					X			
		Jerárquico (C,P)	X	X	X				X	X
		Explicativo (R)	X	X	X	X		X	X	X
Macroest.	Cohesión		Cohesión restringida: conceptos aislados							
	Complejidad		Número superior de relaciones que de nodos							
Superestructura	Relaciones de regla	CSP-Cuanti		X				X		
		CSP-Cuali				X				
		CND	X	X	X	X		X	X	X
		CAU								

El libro de texto B se organiza en torno a ocho capítulos. Los capítulos «Ciencia y medida», «Estados físicos», «Sustancias puras y mezclas», «Electricidad» y «Elementos y compuestos» presentan núcleos conceptuales descriptivos. El capítulo «Modelo atómico» presenta además núcleos jerárquicos. Mientras que el capítulo «Química en acción» presenta núcleos explicativos, el capítulo «Cambio químico» no presenta ningún núcleo conceptual. Los capítulos presentan microestructuras variadas. La mayoría de capítulos («Ciencia y medida», «Estados físicos», «Sustancias puras y mezclas», «Modelo atómico» y «Elementos y compuestos») contienen conectores jerárquicos y explicativos, mientras que «Cambio químico» y «Electricidad» tienen conectores solamente explicativos, y el capítulo «Química en acción» tiene conectores solamente descriptivos.

En cuanto a la macroestructura el texto presenta cohesión restringida, si bien en el interior de cada uno de los capítulos el sistema conceptual tiene alta complejidad.

El estudio de las relaciones de regla evidencia una superestructura basada en relaciones de condición, excepto «Química en acción», que no presenta relaciones de regla. Los capítulos «Estados físicos», «Cambio químico» y «Electricidad» presentan relaciones de correspondencia y condición.

Tabla 5.  
Síntesis de resultados del análisis (Libro C)

LIBRO C												
	Capítulos		Ciencia y medida	Estados físicos	Cambios de estado	Modelo atómico	Elementos y compuestos	Mezclas y sust. puras	Cambio químico	Química y m. ambiente	Fenómenos eléctricos	Corriente eléctrica
Microestructura	Núcleos conceptuales	Descriptivo	X			X	X	X		X	X	X
		Jerárquico										
		Explicativo		X					X			
	Conectores	Descript. (Pr,E)			X							
		Jerárquico (C,P)		X		X	X	X	X	X		
		Explicativo (R)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Macroest.	Cohesión		Cohesión restringida: conceptos aislados y conexiones implícitas Gran número de nodos que conectan los capítulos entre ellos									
	Complejidad		Número superior de relaciones que de nodos									
Superestructura	Relaciones de regla	CSP-Cuanti	X	X				X		X	X	X
		CSP-Cuali	X		X				X	X		
		CND	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		CAU										

En libro de texto C se organiza en torno a diez capítulos. En cuanto a sus microestructuras, la mayor parte de los capítulos («Ciencia y medida», «Modelo atómico», «Elementos y compuestos», «Química y medio ambiente», «Fenómenos eléctricos» y «Corriente eléctrica») presentan solamente núcleos conceptuales descriptivos, mientras que «Estados físicos» y «Cambio químico» presentan núcleos explicativos. El capítulo de «Cambios de estado» no presenta núcleos conceptuales.

En cuanto a los conectores, la mayoría de los capítulos («Estados físicos», «Modelo atómico», «Elementos y compuestos», «Mezclas y sustancias puras», «Cambio químico» y «Química y medio ambiente») presentan conectores jerárquicos y explicativos. En el caso de «Ciencia y medida», «Fenómenos eléctricos» y «Corriente eléctrica», aparecen relaciones explicativas, y solamente uno de los capítulos («Cambios de estado») presenta conectores descriptivos, junto a conectores explicativos.

La macroestructura se caracteriza por una cohesión restringida del sistema conceptual, a pesar de los múltiples conceptos que sirven de conectores entre los sistemas conceptuales de los capítulos. La complejidad del sistema conceptual es alta.

La superestructura se basa en relaciones de correspondencia y condición, siendo las relaciones de regla muy frecuentes en este sistema conceptual. Todos los capítulos presentan relaciones de condición, y las relaciones de correspondencia se combinan de la siguiente manera: «Estados físicos», «Mezclas y sustancias puras», «Fenómenos eléctricos» y «Corriente eléctrica» presentan relaciones de correspondencia cuantitativa; «Cambios de estado» y «Cambio químico» presentan relaciones de correspondencia cualitativa, y «Ciencias y medida» y «Química y medio ambiente» combinan los dos tipos de relaciones de correspondencia. Los capítulos de «Modelo atómico» y «Elementos y compuestos» no presentan relaciones de correspondencia.

## CARACTERIZACIÓN DE LA COMPENSIBILIDAD O «FUNCIÓN DIDÁCTICA» DE LOS LIBROS DE TEXTO

Para caracterizar la función o «estilo didáctico» de los tres textos hemos analizado de forma conjunta la estructura expositiva de los tres libros escolares de Química que conforman nuestros casos de estudio, considerando sus microestructura, macroestructura y superestructura.

En ninguno de los tres casos hemos identificado rasgos comunes que le den al texto una estructura expositiva característica, de tal manera que no podemos hablar de una sola estructura expositiva en ninguno de ellos.

Sin embargo, al comparar las estructuras expositivas de los capítulos que tratan de un mismo tópico hemos encontrado coincidencias que dan indicios de estructuras expositivas propias de los diferentes temas.

### a) Capítulo introductorio

Tabla 6.  
Caracterización capítulo introductorio

Libro	A	B	C
Título capítulo	<i>Todo es química</i>	<i>Ciencia: la materia y su medida</i>	<i>Introducción al método científico</i>
Núcleos conceptuales	Descriptivos	Descriptivos	Descriptivos
Conectores	Explicativos	Jerárquicos y explicativos	Explicativos
Cohesión y complejidad	Cohesión restringida y desconectado del resto del texto	Cohesión restringida	Cohesión restringida
Relaciones de regla	Condición causal	Condición	Condición y correspondencia cuali y cuanti

Se identifican algunos rasgos comunes en los capítulos introductorios en cuanto a la presencia de núcleos conceptuales descriptivos, pero en general se evidencian diversas orientaciones en los conectores explicativos en función del foco del capítulo inicial. El rasgo que más llama la atención es el bajo nivel de cohesión con el resto de temas que aparecen en el texto escolar, lo que indicaría un nivel bajo de organización del texto que dificulta el establecimiento de relaciones sustantivas con las temáticas que se abordan después, que deberán ser inferidas por los lectores (Solaz Portolés y Moreno Cabo, 2009).

### b) Teoría corpuscular

Tabla 7.  
Caracterización capítulo «Teoría corpuscular»

Libro	A	B	C	
Título capítulo	-	<i>La materia: los estados físicos</i>	<i>Estados de agregación de la materia</i>	<i>Cambios de estado</i>
Núcleos conceptuales	-	Descriptivos y explicativos	Explicativos	-
Conectores	-	Jerárquico y explicativo	Jerárquico y explicativo	Descriptivo y explicativo
Cohesión y complejidad	-	Complejidad y cohesión adecuadas	Complejidad y cohesión adecuadas	
Relaciones de regla	-	Condición y correspondencia cualitativa	Condición y correspondencia cuantitativa	Condición y correspondencia cualitativa

Mientras que el texto A no considera esta temática, en los libros B y C encontramos propuestas con rasgos en común. La estructura expositiva de «Teoría corpuscular» presenta microestructuras con núcleos conceptuales explicativos, una macroestructura explicativa de complejidad mediana pero con cohesión adecuada y una superestructura que presenta relaciones de condición y de correspondencia.

Si bien la micro y macroestructura basadas en relaciones de tipo explicativo presentan mayores dificultades para activar los conocimientos del lector (Dee-Lukas y Larkin, 1990), la propuesta se acerca a un enfoque modelizador en la medida en que enfatiza las relaciones lógicas entre los conceptos, más allá de su nominalización (Izquierdo, 2004; Marzábal, 2012). Este tipo de relaciones de alto nivel pueden ser identificadas por los lectores (Brincones y Otero, 1994), facilitando la construcción del significado global del texto (Prat, 2000). Los diferentes tipos de relaciones de regla conforman un modelo posible (Flores y Gallegos, 1994).

En consecuencia, el estilo didáctico de la teoría corpuscular es adecuado en términos de la comprensión, dada la conectividad presente entre los conceptos y los núcleos explicativos que implican una organización de alto nivel (Meyer, 1985) siempre y cuando se logren activar en el lector los conocimientos previos relevantes que puedan contextualizarlo (Campanario y Otero, 2002). La construcción de un modelo posible permite articular teoría y fenómeno (Flores y Gallegos, 1994), y generar explicaciones y predicciones (Stegmüller, 1979).

c) Modelo atómico

Tabla 8.  
Caracterización capítulo «Modelo atómico»

Libro	A	B	C
Título capítulo	<i>En las profundidades de la materia</i>	<i>La materia: las propiedades eléctricas y el átomo</i>	Átomos y moléculas
Núcleos conceptuales	Descriptivo	Jerárquico y descriptivo	Descriptivo
Conectores	Explicativo	Jerárquico y explicativo	Jerárquico y explicativo
Cohesión y complejidad	Complejidad y cohesión adecuadas	Complejidad y cohesión adecuadas	Complejidad y cohesión adecuadas
Relaciones de regla	Condición	Condición	Condición

Los capítulos dedicados al modelo atómico presentan una microestructura con núcleos descriptivos, una macroestructura explicativa compleja con cohesión adecuada y superestructuras que en general se basan en relaciones de condición.

Los núcleos conceptuales descriptivos pueden facilitar la activación de las ideas del lector (Dee Lukas y Larkin, 1990), caracterizando los núcleos conceptuales que después se relacionan entre ellos mediante relaciones de tipo explicativo, con buena cohesión, lo que permitiría una buena comprensión lectora al tratarse de estructuras de alto nivel en que el lector puede aplicar estrategias que facilitan la comprensión (Mayer, 1985), con mayor organización del texto, lo que facilita la comprensión lectora y reduce las inferencias que debe realizar el lector (Solaz Portolés y Moreno Cabo, 2009). Sin embargo el tipo de relaciones de regla que aparecen se orientan mucho hacia una construcción teórica de la base textual, lo que finalmente deriva en una construcción teórica de las entidades poco articulada con los fenómenos, y por tanto poco adecuada para su interpretación (Izquierdo, 2004).

d) Elementos y compuestos («Tabla periódica»)

Tabla 9.  
Caracterización capítulo «Tabla periódica»

Libro	A	B	C
Título capítulo	-	<i>Los elementos y los compuestos químicos</i>	<i>La tabla periódica</i>
Núcleos conceptuales	-	Descriptivo	Descriptivo
Conectores	-	Jerárquico y explicativo	Jerárquico y explicativo
Cohesión y complejidad	-	Complejidad y cohesión adecuadas	Complejidad y cohesión adecuadas
Relaciones de regla	-	Condición	Condición

Al igual que en el caso del modelo atómico, estos capítulos dedicados a la tabla periódica presentan estructuras de alto nivel con núcleos descriptivos y conectores explicativos con cohesión adecuada, que facilitarían la comprensión (Mayer, 1985); sin embargo las relaciones de regla de condición conforman una construcción teórica de las nociones químicas que difícilmente puede aplicarse a la interpretación de fenómenos (Izquierdo, 2004).

e) Sustancias puras y mezclas

Tabla 10.  
Caracterización capítulo «Sustancias puras y mezclas»

Libro	A	B	C
Título capítulo	¿Cómo es la materia?	<i>La materia: ¿Cómo se presenta?</i>	<i>Mezclas y soluciones</i>
Núcleos conceptuales	Descriptivo	Descriptivo	Descriptivo
Conectores	Jerárquico y explicativo	Jerárquico y explicativo	Jerárquico y explicativo
Cohesión y complejidad	Adecuada cohesión y complejidad restringida	Adecuada cohesión y complejidad restringida	Adecuada cohesión y complejidad restringida
Relaciones de regla	Condición	Condición	Condición

Aparece de nuevo la misma estructura expositiva, facilitadora de la comprensión, pero excesivamente teórica, y poco útil para la interpretación de fenómenos.



## e) Cambio químico

Tabla 11.  
Caracterización capítulo «Cambio químico»

Libro	A	B		C	
Título capítulo	¿Cómo se transforma la materia?	<i>Los cambios químicos</i>	<i>Química en acción</i>	<i>Las reacciones químicas</i>	<i>La química y el medio ambiente</i>
Núcleos conceptuales	Descriptivos, jerárquicos y explicativos	-	Explicativo	Explicativo	Descriptivo
Conectores	Descriptivos, jerárquicos y explicativos	Explicativo	Descriptivo	Jerárquico y explicativo	Jerárquico y explicativo
Cohesión y complejidad	Adecuada cohesión y complejidad restringida	Adecuada cohesión y complejidad restringida	Cohesión muy restringida	Adecuada cohesión y complejidad restringida	Cohesión muy restringida
Relaciones de regla	Condición y correspondencia cualitativa	Condición y correspondencia cualitativa		Condición y correspondencia cuali y cuanti	

Los capítulos que se dedican específicamente a los cambios químicos presentan estructuras expositivas parecidas a las que se encontraron para la teoría corpuscular de la materia: micro y macroestructuras que enfatizan las relaciones lógicas entre conceptos, lo que podría identificarse con un enfoque modelizador (Izquierdo, 2004). Sin embargo, llama la atención la baja complejidad de estos capítulos, en relación al resto de capítulos de los textos: siendo el cambio químico un contenido central, estructurante dentro de la enseñanza de la Química (Izquierdo *et al.*, 2007), el análisis realizado evidencia que los textos no lo plantean de esta forma, perdiendo la oportunidad de transformar los conocimientos anteriores resignificándolos en el contexto del fenómeno cambio químico (Meneses *et al.*, 2014).

Esta desconexión se hace todavía más patente al ver el nivel restringido de cohesión de los capítulos que se enfocan en fenómenos cotidianos, que no quedan solamente desconectados de temáticas como el modelo atómico y la tabla periódica, sino del propio modelo de cambio químico.

## g) Electricidad

Tabla 12.  
Caracterización capítulo «Electricidad»

Libro	A	B	C	
Título capítulo	<i>La electricidad en todas partes</i>	<i>La electricidad</i>	<i>Fenómenos eléctricos</i>	<i>Corriente eléctrica</i>
Núcleos conceptuales	Descriptivos, jerárquicos y explicativos	Descriptivos	Descriptivos	
Conectores	Explicativos	Explicativos	Explicativos	
Cohesión y complejidad	Complejidad y cohesión adecuadas	Complejidad y cohesión adecuadas	Complejidad y cohesión adecuadas	
Relaciones de regla	Condición y correspondencia cuantitativa	Condición y correspondencia cuantitativa	Condición y correspondencia cuantitativa	

La estructura expositiva de «Electricidad» presenta una microestructura de núcleos descriptivos, una macroestructura explicativa compleja con alta cohesión y una superestructura que conforma un modelo posible, donde las relaciones de correspondencia son de tipo cuantitativo.

En cuanto a su comprensibilidad, la combinación de una microestructura descriptiva y una macroestructura explicativa implica una caracterización de los núcleos conceptuales que facilita la activación de los conocimientos del lector (Dee Lukas y Larkin, 1990), que posteriormente se integran mediante relaciones de tipo explicativo. Aparecen relaciones que articulan los fenómenos y la teoría (Flores y Gallegos, 1994), lo hacen con una clara tendencia cuantitativa. Si bien este tipo de relaciones son poco intuitivas (Pozo, 1996), el hecho de que no se asocien a otras relaciones cualitativas dificulta que se genere un marco interpretativo que dé sentido a las relaciones matemáticas que se establecen (Izquierdo, 2004).

## CONCLUSIONES E IMPLICACIONES DIDÁCTICAS

- La representación de las estructuras expositivas de los textos estudiados mediante mapas conceptuales de Thagard nos ha permitido discutir su comprensibilidad en términos de qué estilo didáctico promoverían en el lector de acuerdo con su microestructura (naturaleza de los núcleos conceptuales y las relaciones entre ellos), su macroestructura (cohesión y complejidad de las ideas que presentan) y su superestructura (naturaleza de las relaciones de regla).
- Los mapas de Thagard nos han permitido analizar las estructuras textuales y mostrarlas gráficamente. Consideramos que esta manera de proceder es novedosa y de gran utilidad para mostrar las estructuras conceptuales de los textos científicos y poder compararlos.
- A partir del análisis y la discusión de resultados podemos concluir que los textos escolares presentan estructuras expositivas adecuadas para su comprensión lectora, es decir, que presentan una red informativa cohesionada que permite la construcción de una estructura expositiva donde se van estableciendo de forma explícita relaciones entre el conocimiento precedente y el nuevo. Pero esto no significa que esta comprensión permita a los lectores interpretar cómo funciona el mundo al cual se refieren los textos.
- No podemos hablar de una sola estructura expositiva, sino de una gran variabilidad de estructuras que favorecen distintas interpretaciones del conocimiento químico que está siendo comunicado y por tanto la presencia de diferentes patrones informativos en el interior del libro de texto.

- Si bien no hemos podido identificar estructuras expositivas características de cada texto escolar, sí hemos logrado identificar estructuras expositivas de los bloques temáticos presentes. Esto nos parece sumamente interesante, porque muestra que algunos modelos se presentan siempre desde la misma forma, y se llegan a identificar tanto que ya no se pueden referir de ninguna otra forma (Marzábal *et al.*, 2014). Mientras que los capítulos de «Teoría corpuscular», «Modelo atómico», «Sustancias puras y mezclas», «Tabla periódica», «Cambio químico» y «Electricidad» presentan estructuras expositivas coincidentes, los capítulos introductorios y de fenómenos químicos cotidianos presentan significados menos trabajados, que dan cuenta de estructuras expositivas que todavía no están consolidadas.
- Los bloques temáticos «Teoría corpuscular» y «Cambio químico» presentan estilos didácticos diferenciados, con una fuerte carga explicativa que puede ser reconocida por el lector siempre y cuando pueda activar los conocimientos previos necesarios, y relaciones que logran articular teoría y fenómeno, permitiendo la construcción de explicaciones y predicciones. Hemos considerado que esta estructura expositiva es modelizadora en la medida en que enfatiza las relaciones lógicas entre los conceptos más allá de su nominalización. Sin embargo, también revelamos que el modelo químico no se sitúa como el contenido estructurante de la química en los textos escolares.
- El bloque temático «Modelo atómico» presenta un estilo didáctico adecuado en su complejidad y cohesión, con estructuras de alto nivel que favorecen la interpretación del lector y la construcción del significado global del texto; sin embargo, las relaciones se centran en la construcción teórica de las entidades y no proporcionarían un marco interpretativo para los fenómenos químicos. Esto se debe a que el tipo de relaciones tienen como propósito la nominalización de los conceptos químicos, y con escasas referencias a los contextos fenomenológicos a los que estas nociones pueden aplicarse. Los capítulos relativos a «Tabla periódica» y «Sustancias puras y mezclas» presentan estructuras expositivas similares, aunque con estructuras menos coincidentes, y por tanto menos consolidadas.
- El bloque temático «Electricidad» presenta también un estilo didáctico con complejidad y cohesión apropiadas, y con estructuras de alto nivel. Además, cuenta con relaciones que logran articular la teoría y el fenómeno; sin embargo, estas relaciones son exclusivamente de tipo cuantitativo, lo que dificultaría la generación de un marco interpretativo que le dé sentido a las relaciones cuantitativas que se establecen, que pueden de esta forma verse reducidas a sus expresiones matemáticas.

Los resultados de este estudio ponen de manifiesto las limitaciones de los libros de texto más allá de la construcción de una red informativa con buena cohesión y complejidad: están bien escritos, pero son tan «claros», tan lógicos, que no conectan con el mundo real, cuyo funcionamiento es difícil captar a partir de razonamientos, sin entrar a fondo en la interpretación de la experimentación.

El análisis de las estructuras expositivas de los textos evidencian cambios constantes en los patrones informativos: no podemos hablar de diferentes estilos didácticos del texto escolar, pero sí observamos que los diferentes temas no se explican con el mismo «estilo». Sin duda, este estilo determina la lógica desde la cual se van presentando y conectando las temáticas de la química escolar para este nivel y el tipo de preguntas o demandas que se hacen al alumno en la evaluación final de sus conocimientos sobre el tema.

Si bien algunos capítulos presentan estructuras expositivas prometedoras, es preocupante hasta qué punto los textos escolares presentan una ciencia afirmativa que presenta los resultados de tal manera que se convierten en una construcción teórica a la que no se le da sentido como herramienta para interpretar la realidad, y se transforma en un *objeto* que se debe asimilar completo. En ese sentido, un cambio en el estilo didáctico deberá implicar, también, un cambio en las figuras retóricas: un modelo

de ciencia problemático da sentido a plantear preguntas iniciales que transformen la situación enunciativa y le den sentido al establecimiento de relaciones más complejas, de alto nivel, y a la aplicación de estas relaciones en contextos en que el lector tome un rol más activo para elaborar explicaciones, donde las relaciones de causa-consecuencia se establezcan explícitamente como parte del discurso científico (Marzábal *et al.*, 2014).

Si es así, deberemos entonces empezar a pensar en la química no como un conjunto de conocimientos que deben ser asimilados por el estudiante, sino como un conjunto de conocimientos que tienen sentido para el estudiantado en la medida en que le permiten afrontar preguntas o situaciones problemáticas que perciba como relevantes.

## BIBLIOGRAFÍA

- ADAM, J. M. (1992). *Les textes types et prototypes. Récit, description, argumentation, explication et dialogue*. Paris: Nathan.
- AUSUBEL, D., NOVAK, J. y HANESIAN, H. (1989). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.
- BRINCONES, I. y OTERO, J. (1994). Students Conceptions of the Top-Level Structure of Physics Texts. *Science Education*, 78(2), pp. 171-183.  
<https://doi.org/10.1002/sce.3730780205>
- CAMPANARIO, J. M. y OTERO, J. (2000). La comprensión de los libros de texto. In F. J. Perales y R. Porlán (eds.). *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Alcoy: Editorial Marfil, pp. 323-338.
- CELIS, R. (1997). El perfil matemático del docente visto a través de un modelo. Primeros resultados. *Educ. Nueva época*, 3.
- CHAMBLISS, M. J. (2002). The characteristics of well-designed science textbooks. In J. Otero, J. León y A. Graesser. *The psychology of science text comprehension*. Mahwah, N. J.: Erlbaum, pp. 51-72.
- COLLER, X. (2000). *Estudio de casos*. Cuadernos metodológicos, 30. Madrid: CIS.
- DEE LUCAS, D. y LARKIN J. H. (1990). Organization and comprehensibility in scientific proofs, or «Consider a particle p...». *Journal of Educational Psychology*, 82, pp. 701-714.  
<https://doi.org/10.1037/0022-0663.82.4.701>
- FLORES, F. y GALLEGOS, L. (1993). Consideraciones sobre la estructura de las teorías científicas y la enseñanza de la ciencia. *Perfiles educativos*, 62.
- GLASER, B. G. (1992). *Basics of grounded theory analysis: Emergence vs. forcing*. Mill Valley, CA: Sociology Press
- GLASER, B. y STRAUSS, A. (1967). *The discovery of grounded theory*. New York: Aldine.
- GONZÁLEZ, F., IBAÑEZ, F., CASALI, J., LÓPEZ, J. y NOVAK, J. D. (2000). *Una aportación a la mejora de la calidad de la docencia universitaria: los mapas conceptuales*. Pamplona: Servicio de Publicaciones de la Universidad Pública de Navarra, 157 pp.
- HENDERSON, L. (2009). *Qualitative research design*. Thousand Oaks, CA, EE. UU.: Sage.
- IZQUIERDO, M. (2004). Un nuevo enfoque de la enseñanza de la química: contextualizar y modelizar. *The Journal of the Argentine Chemical Society*, 92(4/6), pp. 115-136.
- IZQUIERDO, M. (2005). Nuevos contenidos para una nueva época: Aportaciones de la didáctica de las ciencias al diseño de las nuevas «ciencias para la ciudadanía», en Anais do XVI SNEF 2005. Río de Janeiro: Sociedade Brasileira de Física. Disponible en línea: <[http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/Nuevos](http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/Nuevos%20contenidosmerce.pdf)> <contenidosmerce.pdf> (consulta 1 de noviembre de 2008).
- IZQUIERDO, M., CAAMAÑO, A. y QUINTANILLA, M. (2007). *Investigar en la enseñanza de la Química. Nuevos horizontes: contextualizar y modelizar*. España: Universidad Autónoma de Barcelona.

- JIMÉNEZ, J. D. y PERALES, J. (2001). Aplicación del análisis secuencial al estudio del texto escrito e ilustraciones de los libros de física y química en la ESO. *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (1), pp. 3-19.
- JORBA, J., GÓMEZ, I. y PRAT, A. (2000). *Hablar y escribir para aprender*. Madrid: Editorial Síntesis.
- LAWSON, M. J. (1994). Concept mapping. In T. Husen y N. Postlethwaite (eds.). *International Encyclopedia of Education*. 2nd ed. New York: Pergamon Press.
- MARZÁBAL, A. (2012). Las actividades de los libros de texto de Química para la teoría corpuscular y su contribución a la evolución de los modelos explicativos. *Estudios Pedagógicos*, 38 (1), pp. 181-196. <https://doi.org/10.4067/S0718-07052012000100011>
- MARZÁBAL, A., HERNÁNDEZ, C. e IZQUIERDO, M. (2014). ¿De qué hablan los libros de texto? El problema de la identificación de los referentes. *Cadernos Cedes*, 34 (92), pp. 99-124. <https://doi.org/10.1590/S0101-32622014000100007>
- MATURANO, C., SOLIVERES, M. A. y MACÍAS, A. (2002). Estrategias cognitivas y metacognitivas en la comprensión de un texto de ciencias, *Enseñanza de las ciencias*, 20 (3), pp. 415-425.
- MAYER, R. E. (1985). *El futuro de la psicología cognitiva*. Madrid: Alianza.
- MENESES, J. A., LACOLLA, L. y VALEIRAS, N. (2014). Reacciones químicas y representaciones sociales de los estudiantes. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), pp. 89-109.
- MERRIAM, S. B. (1998). *Qualitative research and case study applications in education*, Second edition. San Francisco: Jossey-Bass.
- MONEREO, C. (1990). Las estrategias de aprendizaje en la educación formal: enseñar a pensar y sobre el pensar. *Infancia y aprendizaje*, 50, pp. 3-25. <https://doi.org/10.1080/02103702.1990.10822263>
- MORAY, M. L. (2010). El libro de texto escolar didáctico y el material literario auténtico. Una mirada a la cultura material de la escuela. Documento de coordenadas en Investigación educativa e a pesquisa nesta área, *Investigações em Ensino de Ciências*, 7 (1), pp. 1-24.
- PARCERISA, A. (1999). *Materiales curriculares. Cómo elaborarlos, seleccionarlos y usarlos*. Graó. Barcelona.
- PRAT, A. (2000). Habilidades cognitivo lingüísticas y tipología textual. In J. Jorba, I. Gómez e I. Prat (eds.). *Hablar y escribir para aprender*. Barcelona: Síntesis, pp. 51-72.
- PRAT, A. y IZQUIERDO, M. (2000). Función del texto escrito en la construcción de conocimientos y en el desarrollo de habilidades. In: J. Jorba, I. Gómez y A. Prat (eds.). *Hablar y escribir para aprender*. Barcelona: Síntesis, pp. 73-112.
- POZO, J. I. (1996). *Aprendices y maestros*. Madrid: Alianza Editorial.
- SANJOSÉ, V., SOLAZ PORTOLÉS, J. J. y VIDAL ABARCA, E. (1993). Mejorando La efectividad instruccional del texto educativo en ciencias: Primeros resultados. *Enseñanza de las ciencias*, 11, pp. 137-148.
- SOLAZ-PORTOLÉS, J. J. y MORENO-CABO, M. (2009). Algunas pautas y consideraciones para aprender de un texto educativo de ciencias. Disponible en línea: <<http://www.eumed.net/libros/2008c/467/index.htm>> (consulta: 13 de noviembre de 2010).
- STEGMÜLLER, W. (1979). *Teoría y experiencia*. Barcelona: Ariel.
- THAGARD, P. (1992). Conceptual revolutions. In K. Tobin y D. Tippin (eds.). *Constructivism as a referent for teaching and learning*. Princeton: Princeton University Press.
- VAN DIJK, T. A. (1997). *La ciencia del texto*. Barcelona: Paidós.
- VAN DIJK, T. A. y KINTSCH, W. (1983). *Strategies of discourse comprehension*. New York: Academic Press.

---

# Analysis of the textual structure of chemistry textbooks regarding their teaching role

Ainoa Marzábal Blancafort  
Pontificia Universidad Católica de Chile.  
amarzabal@uc.cl

Mercè Izquierdo Aymerich  
Universitat Autònoma de Barcelona.  
merce.izquierdo@uab.cat

In this research we analyse a sample of three textbooks containing an expository discourse on chemistry that we want to characterize. Focusing on the textbook allows us to study its proposal as a materialization of a didactic discourse, given that the text seeks to promote the best way to regulate school practice, proposing a sequence that includes a set of contents that are structured with the intention of being understood and learned, that is, with a didactic intentionality. The aim is to identify the conceptual content and to represent the information network to be built along the text, exploring the possibilities of comprehension that this textual structure offers to readers.

The purpose of characterizing the didactic style of the Chemistry textbooks puts us in a qualitative research paradigm. We study particular cases with different focuses and arguments and therefore, our investigation can be considered a case study.

Since the textual part of the textbooks constitute the data of this research, we consider that the first level of analysis is a representation of its content through a particular type of concept maps: Thagard's maps. These conceptual maps are analysed in two stages: first, the three levels of comprehension of each of the texts are analysed, according to the reading comprehension model of Kintsch and Van Dijk, and then the three textbooks are compared.

The representation of the expository structures of the texts studied through Thagard's concept maps has allowed us to discuss their comprehensibility in terms of which didactic style they would want the reader to follow according to their microstructure (nature of the conceptual nuclei and relations between them), their macrostructure (cohesion and complexity of the ideas they present) and their superstructure (nature of rule relationships).

From the analysis and discussion of results, we can conclude that the school texts present adequate expository structures for their reading comprehension, that is, they present a cohesive information network that allows the construction of an expository structure where explicit relationships are established between the previous knowledge and the new one. But this does not mean that this understanding allows readers to interpret the world to which the texts refer.

We cannot speak of a single expository structure, but of a great variety of structures that favour different interpretations of the chemical knowledge that is being communicated, and therefore the presence of different information patterns within the textbook.

Although we have not been able to identify expository structures characteristic of each school text, we have been able to identify expository structures of the topics presented. This seems extremely interesting, because it shows that some models always appear in the same way, and they become part of the topic being taught to the extent that it can no longer be referred to otherwise. While the chapters of Corpuscular Theory, Atomic Model, Pure Substances and mixtures, Periodic Table, Chemical Change, and Electricity present coincident expository structures, the introductory chapters and everyday chemical phenomena present less crafted meanings, which account for expository structures that still are not consolidated.

The results of this study highlight the limitations of textbooks beyond the construction of an information network with good cohesion and complexity: they are well written, but they are so 'clear', so logical, that they do not connect with the real world, whose operation is difficult to grasp from reasoning, without going deeply into the interpretation of experimentation.

The analysis of the expository structures of the texts evidences constant changes in the informational patterns: we cannot speak of different didactic styles on the school text, but we do observe that the different themes are not explained with the same 'style'. Without a doubt, this style determines the type of questions or demands that are made to the student in the final evaluation of their knowledge on the subject, and the logic from which they present and connect the themes of school chemistry for this level.

Although some chapters have promising expository structures, the extent to which the textbooks present an affirmative science that presents the results in such a way that they become a theoretical construction that has no sense as a tool to interpret reality, and becomes an object to be assimilated is worrying. In this sense, a change in the didactic style must also imply a change in the rhetorical figures: a problematic science model gives meaning to initial questions that transform the illustrative situation and give meaning to the establishment of more complex relations, and the application of these relations in contexts where the reader takes a more active role in elaborating explanations, where cause-consequence relationships are explicitly established as part of the scientific discourse.

If so, then we should start thinking about chemistry not as a set of knowledge that should be assimilated by the student, but as a set of knowledge that makes sense for the student to the extent that it allows him to face questions or problematic situations perceived as relevant.